SITZUNG VOM 19. NOVEMBER 1857.

Vortrag.

Von den allgemeinen Eigenschaften der Kräfte in der unorganischen Natur und ihrer Bedeutung in der Naturlehre.

Von **Andreas Freih. v. Baumgartner.**

Ich glaube eine nicht unbegründete Behauptung auszusprechen, wenn ich sage, dass man den Naturwissenschaften bei dem heutigen Stande ihrer Entwickelung einen grösseren Dienst erweist, wenn man sie auf die einfachsten und klarsten Principien zurückzuführen sucht, als wenn man darauf ausgeht, sie durch neue Thatsachen zu bereichern und davon nutzbare Anwendungen zu machen; dass es sich gegenwärtig mehr darum handelt, das bereits kolossale Gebäude in seinem Innern gehörig zu beleuchten als es zu erweitern, und dass mehr daran liegt, es in seinen Grundfesten zu verstärken, als es noch mehr zu erhöhen. Ich hoffe daher weder eine überflüssige, noch eine der kaiserlichen Akademie unwürdige Arbeit zu unternehmen, wenn ich die allgemeinen Eigenschaften der in der unorganischen Natur waltenden Kräfte einer näheren Betrachtung unterziehe, sie bestimmt formulire, in den allgemein als richtig anerkannten Thatsachen nachweise und ihre Tragweite in der Begründung der Wissenschaft sowohl, als in den Bemühungen der Gelehrten für Erweiterung derselben, zu bestimmen suche.

Kräfte sind nicht Gegenstand sinnlicher Wahrnehmung wie Körper, sondern durch den reflectirenden Verstand als nöthig erkannte Annahmen, um eine in einem Causalnexus stehende Kette von Erscheinungen über das letzte Glied hinaus, das wir nur mehr als

Wirkung erkennen, fortzusetzen. Einer Kette von Erscheinungen, die vermöge ihrer Gleichartigkeit eine eigene Classe ausmachen, genügt eine Kraft, eine andere Kette, deren Glieder wohl unter sich gleichartig sind, nicht aber mit jenen einer andern, fordert eine andere Kraft, und so kommt es, dass wir, um der grossen Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen, die in mehrere derartige Ketten zerfallen, genügen zu können, auch eine Anzahl unter sich verschiedener Kräfte annehmen müssen. Zwischen diesen gibt es aber doch übereinstimmende Beziehungen, und solche bestimmen die allen Kräften gemeinsamen Charaktere oder die allgemeinen Eigenschaften derselben.

Die erste, vielleicht auch die wichtigste allgemeine Eigenschaft, welche den Kräften der unorganischen Natur zukommt, ist Beharrlichkeit, d. h. jene Eigenschaft, vermöge welcher bei allem Wechsel der Erscheinungen das Quantum der Kraft weder vermehrt noch vermindert wird.

Mit dem hier gewählten Ausdruck hat Kant seiner Zeit dieselbe Eigenschaft der Materie bezeichnet, und ich habe geglaubt gut zu thun, wenn ich demselben treu bleibe. Spricht ein Schriftsteller von der Constanz der Kraft und von der Erhaltung derselben, so wird damit immer die hier bezeichnete Eigenschaft derselben gemeint. Es wäre offenbarer Missbrauch der Sprache oder grober Fehlschluss, wenn man den Kräften das Prädicat ewig ertheilen wollte, weil sie beharrlich sind.

Die Beharrlichkeit der Kraft beruht auf jener der Materie; denn wir erkennen das Quantum der letzteren eben nur aus dem Quantum der Kraft, welches sie besitzt, und es könnte ein Element sich nicht als solches darstellen und nicht von einem andern unterschieden werden, wenn ihm nicht von der Natur ein bestimmter Antheil an Kraft zugewiesen wäre. Es sprechen somit alle Gründe, welche sich für die Beharrlichkeit der Materie anführen lassen, zugleich für die Beharrlichkeit der Kraft. Solcher Gründe gibt es aber sowohl philosophische als historische und empirische. Es würden Veränderungen an einem materiellen Dinge gar nicht wahrgenommen werden, wenn ihm nicht etwas Unveränderliches, Beharrliches zu Grunde läge, so wie man die Veränderungen in der körperlichen Beschaffenheit eines Menschen gar nicht als solche zu erkennen im Stande wäre und man ihn offenbar für einen ganz andern halten

müsste, wenn nicht etwas an ihm unverändert geblieben wäre. Dieses Constante an einem Körper kann eben nur seine Substanz, als das Substrat des Realen, sein.

Der einfache gesunde Menschenverstand anerkennt diese Wahrheit unbedenklich, wie schon das noch oft gangbare Sprichwort: „aus Nichts wird Nichts“, und der alte Satz: „Ex nihilo nil gignitur et nihil in nihilum revertitur“ beweist. Auch die Philosophie hat ihm schon im Alterthume die Zustimmung ertheilt. Als einst ein Philosoph gefragt wurde, wie viel der Rauch, der vom brennenden Holze aufsteigt, wäge, antwortete er: Ziehe von dem Gewichte des Holzes das Gewicht der übrig gebliebenen Asche ab, so hast du das Gewicht des Rauches. Er setzte also nach der damals herrschenden Ansicht über den Verbrennungsprocess die Beharrlichkeit der Materie selbst bei der eindringlichsten Veränderung derselben voraus.

Nicht eine einzige Erfahrung spricht gegen die Beharrlichkeit der Materie, wohl aber gibt ihr jede, welche überhaupt damit in Beziehung steht, das Zeugniss. Schliesst man Stoffe, die chemisch auf einander wirken, in ein Gefäss ein und lässt dann die chemischen Kräfte thätig werden, so erleidet das Quantum ihrer Masse keine Veränderung, es mögen Gasentwickelungen, Verflüchtigungen oder andere Veränderungen der Aggregationszustände eintreten, die Stoffe mögen sich erhitzen, erkälten, elastich werden, und das Product der chemischen Action mag was immer für eines sein. Als Lavoisier nahe drei Pfund Wasser in einer geschlossenen Retorte von der Form, die man Pelican nennt, länger als ein Vierteljahr ununterbrochen hatte kochen lassen, so dass die ganze Masse gewiss viele tausendmal in Dampf verwandelt und wieder zu tropfbarem Wasser verdichtet worden sein musste, fand er im Gefäss und Wasser zusammen noch genau dasselbe Quantum Materie wie vor dem Versuche. Zwei der schönsten und blühendsten Zweige am Baume unserer Naturerkenntniss, nämlich der Astronomie und Chemie, beruhen ganz auf der Beharrlichkeit der Materie und der Kraft.

Wenn der Astronom Rechenschaft geben will vom regelmässigen Wechsel zwischen Tag und Nacht und von den Jahreszeiten, von der Bewegung der Planeten um die Sonne und von jener der Trabanten um ihren Hauptplaneten, von den gegenseitigen Störungen der Himmelskörper, von der Stabilität des Schwerpunktes jedes Körpers innerhalb seines Umfanges und von jener des ganzen Systems,

muss er auf die Beharrlichkeit der Materie und der ihr inhärirenden Gravitation bauen. So weit sein bewaffnetes Auge reicht und der behendeste Bote, das Licht, noch den Weg zu ihm findet, beurkunden die Gesetze der Bewegungen im Himmelsraume die Beharrlichkeit der Materie und Kraft.

Die Chemie baut unbedenklich ihr kolossales Gebäude auf demselben Fundamente fort. Sie bestimmt darnach die quantitative Zusammensetzung der Körper und erfindet neue Methoden der Analyse und Controlle für ältere. Der Chemiker sieht in keiner neuen Verbindung eine neue Schöpfung, in keinem Zerfallen eine Zerstörung, sondern überall nur einen Formenwechsel bei unverändertem Quantum von Materie und Kraft. Er geht sogar um einen Schritt weiter als der Astronom, denn während dieser an jedem Körper ein mit dem Quantum von Stoff unveränderlich verbundenes Quantum von Schwerkraft erblickt, erkennt jener die Materie als den keiner Veränderung unterliegenden Träger von Schwerkraft und chemischer Anziehung.

Eine Naturwissenschaft wird überhaupt erst durch die Beharrlichkeit von Kraft und Materie möglich. Entstünde noch immerfort Materie und Kraft aus Nichts, so wäre der Act der Schöpfung noch nicht geschlossen und die Natur noch nicht ein Ganzes; stände fortwährend oder auch nur zeitweise eine Vernichtung von Materie und Kraft bevor, so wäre auch der Tag des Weltunterganges bereits angebrochen, die Natur wäre immer und immer eine andere, von Naturgesetzen, deren Hauptcharakter Beständigkeit ist, könnte keine Rede sein und eine Wissenschaft der Natur wäre nur Chimäre.

Man kann daher mit Beruhigung die Beharrlichkeit der Kraft als sicher gestellte Wahrheit ansehen. Darum hat auch der grösste jetzt lebende Physiker, M. Faraday, als er die Zunahme der Schwere bei abnehmender Entfernung und deren Abnahme bei zunehmender Distanz der gravitirenden Körper mit dem Grundsatze der Erhaltung der Kraft unvereinbarlich zu finden geglaubt, doch diesen Grundsatz vollgiltig anerkannt und den Widerspruch in einer unrichtigen Anordnung desselben gesucht.

Die zweite allgemeine Eigenschaft der Kräfte der unorganischen Natur ist Übertragbarkeit. Vermöge dieser geht eine Kraft, durch deren Impuls eine Bewegung hervorgebracht wird, in das Bewegliche über und findet sich in diesem wieder. Die Erschöpfung

einer Kraft in Folge einer von ihr erzeugten Bewegung ist diesem gemäss nicht ein eigentliches Verschwinden oder ein Zugrundegehen derselben, was schon vermöge ihrer Beharrlichkeit ausgeschlossen werden muss, sondern nur ein Übergang in das Bewegte.

Diese Eigenschaft der Kräfte der unorganischen Natur ist längst anerkannt und wird durch zahllose Vorgänge bestätigt. Wer weiss es nicht, dass ein bewegter Körper die Kraft besitzt, einen anderen in Bewegung zu setzen, und dass diese eben so gross ist wie jene, welche ursprünglich die Bewegung hervorgebracht hat? Die Gesetze der Fortpflanzung einer wellenförmigen Bewegung, welche in der Natur eine so grosse Rolle spielen und deren Studium bereits so glänzende Resultate geliefert hat und noch ferner zu liefern verspricht, beruhen ganz auf der vollständigen Übertragung des ursprünglichen Impulses einer Kraft an kleinste Theile eines elastischen Mediums und von diesen wieder an andere, an jene grenzende. Diese Kraft findet sich in der wie immer erweiterten Welle als Ganzes betrachtet nach ihrem ganzen Inhalte wieder, das, was dabei von Schicht zu Schicht sich ändert, ist, abgesehen von etwaigen Modificationen der Richtung, nur die Summe der materiellen Theile, unter welche jene Kraft vertheilt ist, und der Antheil an Kraft, der auf ein Theilchen entfällt.

Das Gesetz der Übertragung der Kräfte findet auch da noch vollkommen Anwendung, wo der Übergang zugleich in mehrere Körper in verschiedener Art geschieht. Die Kraft des Schiesspulvers in einer scharf geladenen Flinte vertheilt sich unter die Kugel, die umgebende Luft und den Gewehrlauf. Durch ersteren Antheil wird die Ladung fortgetrieben, durch den zweiten der Schuss hörbar, durch den dritten endlich der Lauf erwärmt; alle drei Theile zusammen geben aber die Kraft des Schiesspulvers vollständig wieder.

Die dritte allgemeine Eigenschaft der Kräfte ist Wandelbarkeit, d. h. die Fähigkeit, von einer Wirkungsform in eine andere überzugehen. Sie wird durch unzählige Erscheinungen bestätigt, wie sie in neuester Zeit mit besonderer Sorgfalt studirt worden sind und bereits zu sehr wichtigen Resultaten geführt haben. Dahin gehören die Umwandlung mechanischer Kraft in Wärme und umgekehrt, der Wärme in Licht, in Elektricität etc. Beim ersten Anblick hat ein solcher Kraftwandel ein mystisches Aussehen und scheint der bei physikalischen Wahrheiten so wünschenswerthen Klarheit zu

entbehren. Allein höchst wahrscheinlich sind die physischen Agentien, wie Licht, Wärme, Elektricität, zwischen denen die Wandelbarkeit der Kräfte eine bedeutende Rolle spielt, nur Resultate bestimmter Bewegungen, und sonach die Kraftumwandlungen nur Übergänge von einer Bewegungsform in eine andere. Ist dieses wirklich der Fall, so fällt das Dunkel solcher Metamorphosen von selbst und die Vorgänge schliessen sich an bereits bekannte vollkommen an.

Die drei abgehandelten allgemeinen Eigenschaften der Kräfte begründen eben so viele wichtige Naturgesetze. Sie gewähren uns eine Leuchte in vielen sonst dunklen Partien der Naturwissenschaft, ein Band für sonst völlig unzusammenhängende Erscheinungen und einen Probirstein für die Echtheit und den Gehalt vermeintlich neuer Funde. Wir können daraus mit Zuverlässigkeit folgern, dass, wenn bei irgend einem Vorgange eine Kraft abhanden zu kommen scheint, sie in ihrer Wirkung oder in einer anderen Form sich wieder finden müsse. So treffen wir die Wärme, welche beim Schmelzen und Verflüchtigen eines Körpers verschwindet, als mechanische Kraft in dem Schmelz- oder Verdunstungsproducte wieder und man sollte sie billig nicht mehr Wärme nennen. Wenn Lichtstrahlen beim Auffallen auf einen dunkelfarbigen Körper absorbirt werden, so treten sie als Wärme wieder auf. Wenn zwei Stoffe sich chemisch vereinigen, so verschwindet ihre chemische Anziehung im Augenblick der Verbindung und kommt erst wieder bei der Zerlegung des Productes zum Vorschein. Aber dabei tritt Wärmeentwicklung ein, deren Stärke in der Intensität der verschwundenen chemischen Kräfte in inniger Relation steht. Wer nun behauptet, dass bei einer chemischen Scheidung, der nicht etwa eine Verbindung gleichzeitig zur Seite steht, Wärme und Elektricität sich entwickle, hat die Wahrscheinlichkeit gegen sich, weil neben den wiedergebornen Affinitäten nicht auch noch andere Kräfte zum Vorschein kommen können. Darum dürfte wohl die bekannte Behauptung Pouillet's, dass bei der durch Verdunstung des Wassers bewirkten Ausscheidung von im Wasser gelösten Salzen Elektricität frei werde, kaum auf die Zustimmung der Physiker rechnen. Eine andere Folgerung aus den Eigenschaften der Kräfte lautet: Wenn eine Kraft ihre volle Wirkung gethan hat, kann sie als solche nicht mehr fortbestehen. Daher der scheinbare Kraftverlust bei einer mit Reibung stattfindenden und von Wärme- oder Elektricität-Entwicklung verbundenen Bewegung, beim

Stosse unelastischer, aber nicht absolut harter Körper, das Verschwinden der Wärme, welche der Elektricität als Triebkraft dient, wie dieses der Peltier'sche Versuch zeigt, daher das Verschwinden der Elektricität und das Auftreten von Wärme und Licht, wenn die Leitung der Bewegung widersteht etc. Im Widerspruche mit diesem Satze scheint aber das Besteben von continuirlich wirkenden Kräften zu stehen, wenn man nicht annehmen will, dass solche immer wieder neu erzeugt werden, oder dass sie nur immer mit einem Theile ihrer vollen Stärke wirken und sonach successive, wenn auch nach langem Wirken, eine Abnahme bemerken lassen und endlich ganz erschöpft werden. Bei einer continuirlich wirkenden Kraft folgen nämlich die Impulse ohne Unterbrechung oder doch in unbemerkbaren Absätzen auf einander, und kaum hat ein solcher Impuls seine Wirkung gethan, so tritt schon ein zweiter ein, als wäre die durch den ersten erzeugte Bewegung ohne alle Rückwirkung auf das Quantum der noch vorhandenen Kräfte geblieben. Eine Wiedererzeugung verbrauchter Kräfte können wir nicht annehmen, ohne mit dem Gesetze der Erhaltung der Kraft in Widerspruch zu treten. Ein successives, aber für uns nicht wahrnehmbares Abnehmen der Kraft wird in vielen Fällen durch die Erfahrung ausgeschlossen, namentlich bei der Gravitation. Denn, da sich die Grösse dieser Kraft mit grosser Schärfe aus der Bewegung der Planeten entnehmen lässt und uns über diese Beobachtungen zu Gebote stehen, die von Hipparchus bis auf unsere Zeit reichen, also über 21 Jahrhunderte umfassen, so würde uns gewiss die kleinste Abnahme schon bemerklich werden, und doch lassen die Beobachtungen davon keine Spur entnehmen. Es findet sich aber die Erklärung der Unerschöpflichkeit continuirlich wirkender Kräfte in der Gegenseitigkeit ihrer Wirkung, wie eine nähere Betrachtung der Schwerkraft deutlich machen wird: Diese Kraft ist jedem materiellen Theilchen eigen, erstreckt sich in unbeschränkte Entfernung und ihr Quantum ist in allen Räumen, in die ihre Wirkung reicht, so gross oder klein sie sein mögen, immer dasselbe. Ein materieller Punkt A wirkt auf einen materiellen Punkt B ebenso wie B auf A wirkt, jeden trifft aber nur ein Theil des ganzen Kraftquantums des anderen, weil jeder auch nur einen kleinen Theil der Oberfläche jener Sphäre einnimmt, in welcher dieses Gesammtquantum enthalten ist. Der jeden Punkt treffende und von demselben wieder abgegebene Kraftantheil ist hier für beide Punkte derselbe

und das, was *A* durch seine Wirkung auf *B* verliert, erhält es durch die Wirkung von *B* auf *A* wieder und somit kann weder die Kraft des einen noch des andern eine Verminderung erleiden, ungeachtet beide ununterbrochen auf einander wirken. Zwei Punkte von gleicher Masse erlangen durch ihre gegenseitige Wirksamkeit gleiche Bewegungen, sie nähern sich einander, wenn ihre Kraft eine anziehende ist, mit gleicher Geschwindigkeit und müssen sich demnach im Halbirungspunkte ihrer Distanz begegnen. Anders ist es, wenn die auf einander wirkenden Massen ungleich sind. Die grössere Masse *A* wirkt mit jedem ihrer materiellen Punkte auf die Masse *B* und letztere erhält dadurch eine im Verhältniss des Massenübergewichtes von *A* grössere Beschleunigung, und beide Massen müssten in einem der grösseren näher gelegenen Punkte zusammentreffen. Aber gerade in demselben Verhältnisse, als eine grössere Kraftsumme von *A* auf *B* übergegangen ist, muss von *B* auf mehrere Punkte von *A* Kraft übergehen und somit das Resultat dasselbe sein, als fände kein Kraftübergang Statt und als wären sowohl *A* als *B* Sitze unerschöpflicher Kräfte. Alles bisher Gesagte ist von der Distanz zwischen *A* und *B* völlig unabhängig und gilt, so gross oder klein diese auch sein mag. Vergleicht man aber die Wirkung von *A* auf *B* in einer grösseren Entfernung mit der in einer kleineren, so findet man die Kraft des hier ins Spiel kommenden Krafttheils im letzteren Falle nach dem verkehrten Quadrate der Entfernung grösser und zwar darum, weil der Theil der die Wirkungssphären begrenzenden Kugelfläche, welchen *A* und *B* einnehmen, im Verhältniss zur ganzen Körperfläche nach demselben Gesetze grösser ist. Daher nun die beständige Wirksamkeit der Kraft, und die veränderte Stärke des auf einen fernen Punkt wirkenden Theils verkehrt nach dem Quadrate der Distanz. Was von der Gravitation gilt, lässt sich auch von anderen continuirlich wirkenden Kräften nachweisen, wenn in der Wirkung derselben volle Reciprocität Statt findet. Wo eine Gegenseitigkeit der Kräfte nicht Statt hat, da gibt es auch keine continuirliche Wirkung. Ein Beispiel liefert das verschiedene Verhalten in der Wirkung eines elektrischen Stromes auf einen geschlossenen Leiter, je nachdem in letzterem auch Elektricität strömt oder nicht. Wird ein Leiter, in welchem kein solcher Strom sich bewegt, in die Wirkungssphäre eines Stromes gebracht, so tritt in demselben auch ein Strom ein, dieser ist aber nur ein momentaner; bringt man

den Leiter näher an den Strom, so gelangt er in einen grösseren Theil der Wirkungssphäre des letzteren, und es erscheint abermals ein und zwar intensiverer Strom in ihm, der aber wieder nur einen Augenblick anhält. Dasselbe findet Statt, wenn man den Leiter vom Strome entfernt, nur mit dem Unterschiede, dass der entstandene Strom dem früheren der Richtung nach entgegengesetzt ist.

Stellt man aber einen von Elektricität durchströmten Leiter einem Strome gegenüber, so wirken beide gegenseitig auf einander; dann hält aber auch ihre Wirkung so lange an, als die Ströme dauern. Dass die anhaltende Ablenkung einer Magnetnadel durch einen Strom hieher gehöre, ist ohnehin allgemein bekannt.

Die allgemeinen Eigenschaften der Kräfte nehmen auch auf die Grundgesetze der Bewegung Einfluss und sind daher für die Physik, die in ihrer streng wissenschaftlichen Entwicklung nur eine Mechanik der Kräfte der unorganischen Natur ist, von grösster Wichtigkeit. Die Grundgesetze der Bewegung sind: 1. das Gesetz der Trägheit, 2. das Gesetz der Proportionalität der Kraft und der von ihr erzeugten Geschwindigkeit. Das erste Gesetz sagt aus, dass die Materie unfähig sei, ihren Zustand der Ruhe oder der Bewegung durch sich selbst und ohne eine von ihr verschiedene Einwirkung zu ändern; es ist somit negativer Natur, drückt ein bloss passives Verhalten der Materie aus und darf nicht etwa als ein Bestreben der Materie, in ihrem Zustande zu verharren, bezeichnet werden oder gar als ein Vermögen, Widerstand zu leisten. Das zweite Gesetz bezeichnet schon sein Name vollständig. Vermöge dieses erlangt ein materieller Punkt durch eine zwei-, drei- oder $n$fache Kraft eine zwei-, drei- oder $n$mal so grosse Geschwindigkeit wie durch eine einfache. Man glaubt fast allgemein diese Gesetze als Thatsachen der Erfahrung betrachten zu müssen, von dem Grundsatze ausgehend, dass alles, was nicht eine nothwendige Folge unserer Kenntniss von der Natur der Dinge ist, nur Resultat der Erfahrung sein könne; doch fehlt es nicht an solchen, besonders deutschen Forschern, welche diese Gesetze, besonders das zweite, auf metaphysischem Wege beweisen zu können glauben. Welches aber auch immer die erste Erkenntnissquelle derselben sein mag, es wird an ihrer Wahrheit nicht im Geringsten gezweifelt. Nach meiner Ansicht beruhen sie zum Theil auf den vorher besprochenen Eigenschaften der Kräfte.

Aus der Trägheit der Materie kann nämlich nur gefolgert werden: 1. dass ein Körper sich nicht von selbst in Bewegung setzen könne; 2. dass er dem Impulse einer Kraft nicht zu widerstehen vermöge und in Bewegung kommen müsse, wenn diesem Impulse nicht eine Gegenkraft, oder was dasselbe ist, ein Hinderniss im Wege steht; 3. dass er die Richtung, welche er in Folge jenes Impulses einmal angenommen hat, nicht selbst zu ändern vermöge und dass sonach seine Bewegung in gerader Linie erfolgen müsse. Man schreibt es aber auch noch der Trägheit zu, dass eine Bewegung ohne Unterlass mit unveränderter Geschwindigkeit fortgesetzt werden müsse. Hierin, glaube ich nun, geht man weiter als es der Begriff der Trägheit erlaubt. Während es sich nämlich in den aufgezählten Fällen nur um ein passives Verhalten handelt, nämlich um die ungeänderte Fortdauer eines einmal eingetretenen Zustandes, so wird hier ein positives, nämlich ein unablässiger Wechsel der Lage und des Ortes aus einer bloss eine Passivität bezeichnenden Eigenschaft der Materie hergeleitet. Ein solcher dauernder Wechsel kann doch nur die Wirkung einer positiven Ursache sein und diese ist die Beharrlichkeit der Kraft, welche in die Materie übergegangen ist.

Die Kraft, welche ein Körper durch einen Impuls erlangt, wird durch die Grösse seiner Bewegung, d. h. durch das Product seiner Masse in seine Geschwindigkeit vorgestellt, und vermöge dieser kann er einen andern Körper ebenso in Bewegung setzen, wie es die ursprüngliche Kraft zu thun im Stande gewesen wäre. Dieses kann aber nur dann der Fall sein, wenn eine zwei-, drei- oder $n$fache Kraft einer Masse auch die zwei-, drei- oder $n$fache Grösse der Bewegung ertheilt oder wenn bei gleicher Masse die Geschwindigkeit eine zwei-, drei- oder $n$fache ist. Es ist demnach das zweite Grundgesetz der Bewegung eine nothwendige Folge der Beharrlichkeit und Übertragbarkeit der Kraft, und wenn dieses Gesetz durch die Erfahrung bestätigt wird, so liegt darin nur ein neuer empirischer Beweis für jene Eigenschaften der Kräfte. Es liegen daher den beiden Grundgesetzen der Bewegung eine Eigenschaft der Materie, die Trägheit, und zwei Eigenschaften der Kräfte zum Grunde, sie lassen sich von diesen Eigenschaften unmittelbar ableiten und bedürfen keiner anderen Stütze mehr. Der mathematische Physiker baut auf diesen Gesetzen fort und fördert mittelst der verwickeltsten Formeln, die keine Zunge mit Worten auszusprechen im Stande ist, endlich

die einfachsten und wichtigsten Resultate zu Tage, die theils längst bekannte Erfahrungen erklären, theils der Aufmerksamkeit des empirischen Forschers eine erspriessliche Richtung geben und in allen Fällen unsere Naturkenntniss fördern. Aber diese Ergebnisse der Rechnung schliessen die Grundgesetze der Bewegung und mittelbar das Gesetz der Trägheit der Materie und der Beharrlichkeit und Übertragbarkeit der Kraft in sich. Der übliche rechnungsmässige Beweis des Princips der Erhaltung der lebendigen Kraft setzt also schon Beharrlichkeit der Kräfte in den Grundlagen der Rechnung voraus.

Wenn umgekehrt Rechnungsresultate, die mittelst der allgemeinen Gesetze der Mechanik gewonnen werden, in der Erfahrung nachgewiesen werden können, so ist der Schluss erlaubt, dass das Bewegte dem Gesetze der Trägheit, das Bewegende dem Gesetze der Beharrlichkeit und Übertragbarkeit unterliege. Davon lassen sich nun wieder wichtige Folgerungen ziehen. Es dürfte z. B. hierin der Beweis zu suchen sein, dass dem Äther, dessen Wellenbewegung durch mathematische Formeln so präcis dargestellt wird, die Eigenschaft der Trägheit zukomme, und dass er sich in dieser Beziehung von anderen Stoffen nicht unterscheide.
